



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



**Estudo técnico e econômico do uso de fertilizantes na cultura da
soja (*Glycine Max*) na Safra 2010/11**

Leon Bizzocchi

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
de Santa Catarina, para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Florianópolis, SC

Junho de 2011.

Leon Bizzocchi

**Estudo técnica e econômica do uso de fertilizantes na cultura da
soja (*Glycine Max*) na safra 2010/11**

**Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Cileide M. M. Coelho de Arruda de Souza**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
de Santa Catarina, para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Florianópolis, SC

Junho de 2011.

Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado pela banca examinadora para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo da Universidade Federal de
Santa Catarina.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cileide M. M. Coelho de Arruda de
Souza
Orientador

Fábio Eduardo Meneghin
Eng Agrônomo

Alberto Kasushi Nagaoka
Mestre em aquicultura

AGRADECIMENTOS

À Empresa, Agroconsult Consultoria e Marketing, pelo apoio e oportunidade de realização deste estágio.

Ao Supervisor da Empresa, Eng. Agr. Fábio Meneghin, pela supervisão, atenção, amizade, e por ter auxiliado efetivamente na realização deste estágio.

À Prof^a. Cileide, pela orientação, correção, atenção, paciência, simpatia e apoio para realização do trabalho.

Ao Prof^o Alberto Nagaoka, pela amizade, pelos ensinamentos, e também pela participação na banca analisadora de meu TCC

Aos colegas da Agroconsult, André Debastiani, André Pessôa, Egon, José Arthur, Daiana, Douglas, Fabio Carneiro, Felipe, Giseli, Heloisa, Ione, Kleber, Marcia, Marcos, Murilo, Pereira, Rodrigo Oshima, Valmir.

Aos amigos Rafael, Júlio, Mauricio, Gustavo, e a todos os colegas do curso de Agronomia. À Monique pela ajuda na formatação do trabalho

Aos meus familiares, especialmente a minha tia Mirian, minha “avó” Nila, minha mãe Maria Aparecida, e principalmente à Pâmela e à Isabela, pelo amor, força, compreensão, paciência e presença em todo esse percurso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMO.....	VIII
1 Introdução	9
2 Objetivos.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 Justificativa	13
4 Revisão Bibliográfica.....	14
4.1 A cultura da soja	14
4.2 A cultura da soja no Brasil.....	17
4.3 Necessidades nutricionais da soja.....	20
4.3.1 Adubação da cultura da soja.....	21
5 Participação dos fertilizantes nos custos de produção	25
6 Material e Métodos.....	27
6.1 Caracterização do Rally da Safra 2011	27
6.2 Avaliação de Campo	28
6.3 Análise de solo	29
6.4 Questionários	32
6.5 Cobertura do solo	33
7 Resultados e Discussão	34
7.1 Teores de fósforo e potássio no solo.....	34
7.2 Dosagem dos fertilizantes e seus custos	39
7.3 Análise da viabilidade da redução do uso de fertilizantes	46
7.4 Discussão Final	48
8 Conclusão	50
9 Referências Bibliográficas	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Principais produtores mundiais de soja.	16
Tabela 4.2 - Principais exportadores mundiais de soja.	16
Tabela 4.3 - Principais consumidores mundiais de soja.	17
Tabela 4.4 - Principais estados produtores de soja no Brasil.	18
Tabela 4.5 - Principais estados produtores em relação à área plantada no Brasil.	19
Tabela 4.6 - Principais destinos da Produção nacional.	19
Tabela 6.1 - Número de amostras de solo por estado.	29
Tabela 6.2 - Limite de interpretação de teores de potássio e de fósforo em solos.	31
Tabela 6.3 - Extração e exportação de nutrientes da cultura da soja.	31
Tabela 6.4 - Locais, datas e número de questionários dos eventos.	32
Tabela 7.1 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos da Bahia.	35
Tabela 7.2 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Maranhão.	35
Tabela 7.3 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Paraná.	36
Tabela 7.4 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do RS.	36
Tabela 7.5 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Goiás.	37
Tabela 7.6 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Mato Grosso.	37
Tabela 7.7 - Média dos teores de P e K e cobertura de solo (%) no Brasil.	38
Tabela 7.8 - Média das aplicações de P e K por estado de acordo com os resultados dos questionários aplicados aos produtores.	39
Tabela 7.9 - Custo de Produção do estado do Paraná.	44
Tabela 7.10 - Custo de Produção do estado do Mato Grosso.	44
Tabela 7.11 - Custo de Produção do estado do Goiás.	45
Tabela 7.12 - Custo de Produção do estado do Rio Grande do Sul.	45
Tabela 7.13 - Custo de Produção do estado da Bahia.	46
Tabela 7.14 - Quantidade dos nutrientes nos solos (kg/ha).	46
Tabela 7.15 - Quantidade de nutrientes extraídos e exportados pela cultura da soja.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 - Pólos produtores de soja	27
Figura 6.2 - Concentração das lavouras avaliadas.....	28
Figura 6.3 - Esquema ilustrativo para determinação do percentual de cobertura morta no solo.	34
Figura 7.1 - Relação dos teores de fósforo, potássio e porcentagem de cobertura do solo.	38
Figura 7.2 - Quantidade de P (kg/ha) aplicado no ano de 2011 e teor no solo.	40
Figura 7.3 - Quantidade de K (kg/ha) aplicado no ano de 2011 e teor no solo.	40
Figura 7.4 – Evolução dos preços do fertilizante MAP (US\$/ton) Fonte: Secex,2011	41
Figura 7.5 – Evolução dos preços do fertilizante KCL (US\$/ton) Fonte: Secex,2011.....	42
Figura 7.6 - Doses médias de fertilizantes (kg/ha) Fonte: Adaptado de Anda (2011).	42
Figura 7.7 - Relação de troca de soja por fertilizantes (sc 60 kg). Fonte: Adaptado de Anda (2011).	43

Avaliação Técnica e econômica do uso de fertilizantes na cultura da soja na safra 2010/11

Autor: Leon Bizzocchi

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cileide M. M. Coelho de Arruda de Souza

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar o uso de fertilizantes nas lavouras de soja da Safra 2010/11, e os níveis de P e K nos solos dos principais pólos produtores brasileiros. O estágio foi realizado na empresa Agroconsult Consultoria e Projetos, e durante o Rally da Safra 2011, evento realizado pela empresa. A cada safra, o Brasil bate recorde de produtividade, e para isto utiliza alta tecnologia, sendo o uso de fertilizantes um dos fatores principais. O custo dos fertilizantes pode representar até 30% do custo total de produção, variando por região e também por ano/safra. Os resultados mostraram que o uso de fertilizantes na cultura da soja de acordo com a fertilidade do solo, mas principalmente pelo custo do fertilizante, influenciado diretamente pela variação do mercado mundial e pela cotação do dólar. Os solos dos estados da Bahia e Maranhão possuem as médias mais baixas dos teores de fósforo e potássio, sendo o Paraná e o Rio Grande do Sul os estados com as maiores médias destes elementos. Mato Grosso possui teor baixo de K e médio de P, e Goiás apresenta teor alto de P e médio de K. Considerando uma possível crise, ou o aumento dos preços dos fertilizantes, é possível realizar a redução das doses de fertilizantes na cultura da soja nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, principalmente. Somente os estados da Bahia e Maranhão possuem condições desfavoráveis para a produção de soja sem o uso de fertilizantes.

Palavras-chave: Soja, fertilizantes, fósforo, potássio.

1 INTRODUÇÃO

A Agroconsult é uma empresa de consultoria especializada em Agronegócios. Fundada em 2000, possui sua sede em Florianópolis e uma filial em São Paulo. Formada por uma equipe de profissionais de diversas áreas de atuação, como agrônomos, economistas, administradores de empresa e engenheiros de produção, atua em toda a cadeia do agronegócio brasileiro, sendo seus clientes produtores rurais, empresas de insumos (sementes, fertilizantes e defensivos), indústria de máquinas, implementos e equipamentos, indústria de alimentos e biocombustíveis, empresas de logística, além de instituições financeiras, associações e organismos internacionais.

A empresa possui um banco de dados contendo séries históricas das principais commodities agrícolas (Soja, milho, cana, algodão, arroz, trigo e citrus), atualizado periodicamente, construído a partir das fontes oficiais (Conab, Secex, USDA, CBOT, BM&fBOVESPA, etc) e das estimativas mais recentes da Agroconsult.

Através das informações contidas neste banco de dados, com as principais variáveis que afetam os mercados de commodities agrícolas como: área, produtividade, produção, cotações físicas e futuras, fluxo de comércio (importação e exportação), custo de produção das lavouras, preço de insumos (fertilizantes, defensivos e sementes), variáveis econômicas (câmbio, juros e inflação), oferta e demanda, a Agroconsult atua no acompanhamento e análise dos setores do agronegócio, possibilitando a elaboração de cenários e tendências de curto e longo prazo, bem como o desenvolvimento de estudos e projetos personalizados (estudos de mercado, mapeamento de demanda, viabilidade agronômica e econômica de investimentos e projetos, pareceres técnicos, *entre outros*).

A Agroconsult também realiza o Rally da Safra, uma ampla expedição técnica que percorre as principais regiões produtoras de grãos do Brasil, realizando levantamentos qualitativos e quantitativos, permitindo avaliar as condições das lavouras de soja e milho, como produtividade, pragas e doenças, as condições de colheita, a eficiência logística e de infraestrutura, permitindo ainda estreitar o relacionamento com os empresários, produtores e lideranças rurais (Agroconsult, 2011).

O Rally da Safra 2011 foi realizado de 31 de Janeiro a 27 de Março, no qual foram analisadas lavouras de soja precoce, média e tardia, nos principais pólos produtores dos estados brasileiros, passando por Bahia, Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Tocantins e lavouras de milho verão no Paraná. Ao todo foram percorridos 55 mil km, o que representa 98% da área cultivada de soja e 80% da área cultivada de milho verão em todo o Brasil.

Além das análises das lavouras, as equipes realizaram visitas e encontros informais com os produtores e lideranças regionais, visando obter informações sobre as condições das lavouras. Oito eventos oficiais foram realizados, nos quais eram ministradas palestras sobre o Rally da Safra, seu roteiro e sua metodologia, e dados de mercado nacional e internacional da soja e do milho. Os participantes dos eventos realizaram o preenchimento opcional de questionários, que continham informações de suas propriedades e de suas lavouras de soja e de milho, bem como área total e cultivada da fazenda, utilização de insumos (fertilizantes, herbicidas, fungicidas), utilização de sementes transgênicas, armazenagem, condições de venda, condições das estradas.

O cultivo da soja tem crescido muito rapidamente no Brasil, principalmente pelo aumento da demanda do grão e seus derivados no mercado mundial, em especial o mercado Chinês. A cada safra o Brasil bate recorde de produtividade, e para tanto utiliza alto nível tecnológico, sendo o uso de fertilizantes um dos fatores principais.

Um dos maiores desafios modernos da fertilidade do solo é fornecer quantidades suficientes de nutrientes para que as culturas possam expressar seu potencial de produtividade, sendo ao mesmo tempo economicamente viável e ambientalmente seguro. A ferramenta mais utilizada para determinar a quantidade necessária de fertilizantes é a análise de solo (SCHLINDWEIN, 2003)

A tomada de decisão da quantidade de fertilizante a ser aplicada pelos produtores depende das análises de solo, mas principalmente do seu custo. Seu custo pode representar até 30% do investimento total de produção, dependendo da região produtora e do ano/safra em questão (IEA, 2011).

A avaliação do uso de fertilizantes nas lavouras de soja na safra 2010/11 foi feita a partir dos questionários respondidos pelos produtores nos eventos oficiais realizados no Rally da Safra 2011 e a análise dos teores de fósforo e potássio no

solo por meio de análise dos solos, que foram coletados nos principais estados produtores.

Com as avaliações realizadas, espera-se fornecer informações referentes ao uso de fertilizantes e indicar alternativas que possibilitem uma redução no uso desses insumos para as safras seguintes, nos casos em que houver acúmulo de fósforo e potássio no solo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo estudar o uso de fertilizantes e níveis de P e K nos solos das lavouras de soja das principais regiões produtoras englobando os estados Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar as dosagens dos fertilizantes aplicados nas lavouras de soja por meio de questionários respondidos pelos produtores;
- Analisar os níveis de fósforo e potássio nos solos de acordo com laudos de análise dos solos coletados nos estados visitados;
- Avaliar a porcentagem de cobertura do solo;
- Avaliar a contribuição dos fertilizantes no custo de produção;
- Discutir a possibilidade de redução de adubação fosfatada e potássica para as próximas safras.

3 JUSTIFICATIVA

O Brasil é o segundo produtor mundial de soja, superado apenas pelos EUA. O cultivo da soja é realizado em larga escala no país, sendo crescente o aumento das áreas produtoras. A demanda mundial da soja e seus derivados (farelo e óleo) vêm crescendo a cada ano, principalmente do mercado chinês, o qual aumenta gradualmente o uso de soja nas rações animais.

Dentre os países produtores de soja, o Brasil é o que possui maior possibilidade de aumento de sua produção, seja pelo aumento de tecnologia na produção, seja pelo incremento da área destinada ao plantio. Segundo o IBGE (2011), a produtividade média nacional aproxima-se dos 3000 kg.ha⁻¹, tendo hoje a marca dos 3200 kg.ha⁻¹, em diversas regiões produtoras, um indicador de que nesta safra, os índices de produtividade poderão bater novos recordes.

O incremento na produção e na produtividade das culturas agrícolas não depende do fornecimento de maior quantidade de fertilizantes, mas sim do manejo adequado da adubação. Além disso, o uso descontrolado de fertilizantes encarece a produção, podendo representar de 20% a 30% do custo total, no caso da soja (IEA, 2011).

O aumento dos custos de produção, devido à alta dos preços mundiais de insumos, o maior consumo de fertilizantes, a busca por maior produtividade e rentabilidade, e as questões ambientais atinentes ao de fertilizantes e defensivos agrícolas, impõem o uso mais eficiente de adubos na cultura da soja.

Portanto, torna-se necessário avaliar o uso de fertilizantes nas lavouras de soja na safra 2010/11 e observar os níveis de P e K nos solos dos principais pólos produtores de grãos do Brasil, visando o uso eficiente de fertilizantes nas safras seguintes.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A cultura da soja

A soja é uma planta dicotiledônea, da família Fabaceae, subfamília *Papilionoideae*, gênero *Glycine*, sendo a espécie cultivada a *G. max* (L.) Merrill. É uma planta de ciclo anual, com caule do tipo herbáceo, crescimento ereto, altura variando de 0,60 a 1,50 m, possuindo pelos brancos, pardo-queimados ou tostados em suas estruturas. O seu sistema radicular é formado por uma raiz principal pivotante, com ramificações ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. As folhas são alternas, trifolioladas com folíolos grandes, geralmente ovais, medindo de 7 a 15 cm de comprimento. (PASSOS et al., 1973).

As flores são axilares ou terminais, do tipo recemoso (semelhantes a cachos), hermafroditas ou andróginas, brancas, amarelas ou violáceas. Seu tamanho varia de 3 a 10 mm. As inflorescências nascem nas axilas das folhas ou no ápice das ramificações do caule. Os frutos, do tipo vagem, são curtos, de cor cinzenta, amarelo-palha ou preta, normalmente pendente, e em número de uma a cinco por pedúnculo, possuindo de duas a cinco sementes por fruto (SANTOS, 1995).

Embora seja uma planta originária de clima temperado, a soja adapta-se bem em uma ampla faixa de condições climáticas. Assim, os novos cultivares desenvolvidos se adaptam muito bem nos climas tropical e subtropical. As temperaturas médias ótimas para o bom desempenho da cultura estão entre 20 e 35° C. Acima ou abaixo destas temperaturas ocorre o aparecimento de distúrbios fisiológicos, especialmente no que se refere à floração e à formação dos nódulos nas raízes (MENDONÇA et al., 2002). A indução floral é inibida com temperatura média inferior a 17°C e as flores e vagens são abortadas com temperatura média acima de 38°C (FARIAS et al., 2000).

Outro elemento climático que exerce grande influência no desenvolvimento da soja, na transição do período vegetativo para o reprodutivo é o fotoperíodo. A soja é uma planta de dias curtos (PDC), florescendo quando o comprimento dos dias é inferior a um valor crítico. A radiação solar excessiva retarda esse processo, havendo necessidade de um número de horas de escuro. O fotoperíodo crítico é de

aproximadamente 13 horas para genótipos adaptados às regiões tropicais (FARIAS et al., 2000).

A cultura da soja tem como provável centro de origem a região norte da China, onde é cultivada principalmente para fins forrageiros e como “adubo verde” (BRASIL, 2007; DALL'AGNOL et al., 2007).

Segundo Federizzi (sd), a produção da soja foi exclusiva da China até o início da guerra China-Japão em 1894, quando o Japão começou a importá-la como fertilizante. Em 1908 os chineses enviaram à Europa navios carregados de soja a fim de comercializá-la como um produto novo, mas os europeus recusaram-na porque já haviam tomado conhecimento da existência da soja através dos escritos de um botânico alemão por volta de 1712. Também existem relatos de que possivelmente sementes de soja tenham sido enviadas para a França por missionários por volta de 1740.

Existem relatos de que a introdução da soja no Continente Americano ocorreu em 1740 (COSTA, 1996), sendo cultivada inicialmente nos Estados Unidos, primeiro como espécie forrageira e posteriormente como produtora de grãos. (REIS et al., 2007; DALL'AGNOL et al., 2007). As primeiras variedades cultivadas nos Estados Unidos eram oriundas da China (FEDERIZZI, sd). No início do século XX, quando o cultivo comercial da soja tinha início no país, pesquisadores americanos desenvolveram as primeiras cultivares (REIS et al., 2007).

Até 1940 praticamente toda área cultivada nos Estados Unidos tinha propósitos forrageiros. Entretanto, freqüentemente a soja era também usada para o fornecimento de nitrogênio para o milho, como adubação verde (COSTA, 1996). Em meados da década de sessenta praticamente desapareceu o cultivo para fins forrageiros, passando a existir cultivos exclusivamente com a finalidade de produção de grãos naquele país (DALL'AGNOL et al., 2007).

A hegemonia dos Estados Unidos no cultivo da soja permanece até os dias de hoje. Em 2010 sua área plantada foi de 31 milhões de ha, representando 30% da área total plantada no mundo, e sua produção foi de 90 milhões de toneladas de soja, o que equivale a 33% da produção mundial. Em 2011 esses valores tendem a seguir os mesmos padrões de 2010, (

Produção (1000 t)	2009/10	2010/11	2011/12*	Participação (%) 2011/12
-------------------	---------	---------	----------	-----------------------------

EUA	91.417	90.609	89.403	34,0
Brasil	68.977	73.928	72.625	27,6
Argentina	55.034	49.500	52.705	20,0
China	14.980	15.200	14.800	5,6
Índia	9.700	9.600	9.800	3,7
Paraguai	7.200	8.100	7.500	2,9
Outros	14.041	15.961	16.283	6,2
Total	261.349	262.898	263.115	

Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Principais produtores mundiais de soja.

Produção (1000 t)	2009/10	2010/11	2011/12*	Participação (%) 2011/12
EUA	91.417	90.609	89.403	34,0
Brasil	68.977	73.928	72.625	27,6
Argentina	55.034	49.500	52.705	20,0
China	14.980	15.200	14.800	5,6
Índia	9.700	9.600	9.800	3,7
Paraguai	7.200	8.100	7.500	2,9
Outros	14.041	15.961	16.283	6,2
Total	261.349	262.898	263.115	

Fonte: USDA.

*Estimativa: Agroconsult

Em relação às exportações mundiais, os Estados Unidos também lideram a produção seguidos de Brasil e Argentina (Tabela 4.2). O principal mercado consumidor da soja atualmente é a China, que consumiu em 2010 próximo a 68,5 milhões de toneladas, sendo que deste total, 54,5 milhões de toneladas foram importados (Tabela 4.3).

Tabela 4.2 - Principais exportadores mundiais de soja.

Exportação (1000 t)	2009/10	2010/11	2011/12*	Participação (%) 2010/11
EUA	40.852	42.184	41.912	42,3
Brasil	28.400	33.416	33.844	34,1
Argentina	13.088	9.500	11.800	11,9
Paraguai	5.350	5.985	5.500	5,5
Outros	4.781	5.704	6.079	6,1
Total	92.471	96.789	99.135	

Fonte: USDA. Agroconsult

*Estimativa: Agroconsult

Tabela 4.3 - Principais consumidores mundiais de soja.

Consumo	2009/10	2010/11	2011/12*	Variação (%)	Participação (%) 2011/12
China	59.430	67.050	72.500	8,1	27,6
EUA	50.617	48.313	48.166	(0,3)	18,3
Argentina	35.723	39.975	41.350	3,4	15,7
Brasil	36.118	38.624	40.036	3,7	15,2
UE-27	13.382	14.800	14.400	(2,7)	5,5
Índia	8.911	10.335	10.275	(0,6)	3,9
Outros	33.650	35.311	35.898	1,7	13,7
Total	237.831	254.408	262.625	3,2	

Fonte: USDA. Agroconsult

*Estimativa: Agroconsult

4.2 A cultura da soja no Brasil

A soja foi introduzida no país em 1882, a partir de sementes provenientes dos Estados Unidos. Estas sementes foram produzidas pelo professor da Escola de Agronomia da Bahia, Gustavo Dutra, onde realizou testes de adaptação do material genético introduzido (EMBRAPA, 2006). Este não obteve resultados positivos, pois a cultivar não era adaptada às condições de baixas latitudes. Em 1892, novos estudos foram realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, pelo pesquisador Daffert, o qual obteve os primeiros resultados positivos (COSTA, 1996). Em 1901, o Instituto Agrônomo de Campinas distribuiu as primeiras sementes de soja para os produtores paulistas. A exemplo de como ocorreu nos Estados Unidos, a soja foi inicialmente utilizada no Brasil como cultura forrageira, exceção de alguns produtores, que já utilizavam o grão para alimento dos animais da propriedade (EMBRAPA, 2006).

Até a década de 40, a soja não possuía importância econômica, devido ao seu uso como planta forrageira, e também pelo pequeno volume produzido (TANAKA, 1992). A partir da década de 50, devido ao programa oficial de incentivo à triticultura, que também incentivou o cultivo da soja para suceder o trigo cultivado no inverno, se deu início o cultivo da soja em escala comercial no país (EMBRAPA, 2006). A aceleração da expansão da cultura foi observada em meados da década de 70, quando seu cultivo foi implantado nos principais estados produtores agrícolas da

região Sul e houve contínuo aproveitamento de novas fronteiras do Brasil Central (TANAKA, 1992). Junto com o arroz, a soja foi responsável pela ocupação das áreas recém desbravadas, devido a sua rusticidade e também pelo fato de ela melhorar acentuadamente a fertilidade do solo devido a sua capacidade de fixação de nitrogênio e acelerada deposição de nutrientes a partir de sua palhada (TANAKA, 1992).

A partir desta expansão, a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro. Isso ocorreu devido ao crescimento acelerado da área plantada, ao expressivo incremento da produtividade e também pelas novas tecnologias disponibilizadas aos produtores (EMBRAPA, 2006).

Até 1979, quase a totalidade da produção era concentrada nos três estados do Sul do Brasil. Na década seguinte, o cultivo da soja começou se desenvolver aceleradamente em outras regiões brasileiras, a exemplo do que ocorreu na região Sul. Em 1970, apenas 2% da soja produzida foram colhidas no centro-oeste. Em 1980 esse volume da produção passou para 20% da produção nacional, e em 2003 foi de 60% (EMBRAPA, 2006).

Em 2010 o Brasil produziu 68,9 milhões de toneladas de soja, em uma área plantada de 23,5 milhões de hectares obtendo uma produtividade média nacional de 49 sc/ha.. Em 2011, a estimativa da produção nacional é de 73,9 milhões de toneladas em uma área plantada de 24,1 milhões de ha, alcançando uma produtividade de 51,6 sc/ha (Tabela 4.4). Esse aumento da produção se deve principalmente às condições climáticas favoráveis e também pelo aumento do uso de tecnologia.

Tabela 4.4 - Principais estados produtores de soja no Brasil.

Produção estados (1000 t)	2009/10	2010/11	2011/12*	Produtividade (sc 60 kg)	Produtividade (sc 60 kg)	Participação (%)
				2010/11	2011/12	2011/12*
Mato Grosso	19.047	20.412	21.469	53,2	53,3	29,6
Paraná	14.079	15.195	13.677	55,2	50,0	18,8
Rio Grande do Sul	10.219	11.353	9.945	46,3	40,1	13,7
Goiás	7.343	8.077	8.286	51,7	51,4	11,4
Mato Grosso do Sul	5.308	4.974	5.052	47,7	46,0	7,0
Bahia	3.110	3.255	3.304	53,0	50,4	4,5
Maranhão	1.331	1.536	1.601	46,0	47,5	2,2
Outros	8.541	9.126	9.290			12,8
Total	68.977	73.928	72.625			

Fonte: IBGE *Estimativa: Agroconsult

O estado do Mato Grosso se destaca como o maior produtor nacional e também como o estado com maior área plantada de soja, seguido pelo estado do Paraná e Rio Grande do Sul (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Principais estados produtores em relação à área plantada no Brasil.

Área Plantada (1000 ha)	2009/10	2010/11	2011/12*	Participação (%) 2010/11
Mato Grosso	6.225	6.399	6.714	26,6
Paraná	4.485	4.591	4.556	19,1
Rio Grande do Sul	3.976	4.085	4.130	17,0
Goiás	2.550	2.606	2.686	10,8
Mato Grosso do Sul	1.712	1.739	1.829	7,2
Bahia	1.017	1.024	1.094	4,2
São Paulo	572	612	629	2,5
Maranhão	502	502	542	2,1
Outros	2.433	2.541	2.625	10,5
Total	23.471	24.097	24.803	

Fonte: IBGE, 2011; Agroconsult

*Estimativa: Agroconsult

O Brasil é o segundo maior exportador mundial de soja em grão, com um volume de 29,1 milhões de toneladas em 2010 (Tabela 4.2), sendo a China o principal destino, importando 19 milhões de toneladas, representando 67% dos embarques do Brasil. O segundo maior destino da soja brasileira é a Espanha, seguida pela Holanda, representando, respectivamente, 7,5% e 7,2% do volume total exportado (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 - Principais destinos da Produção nacional.

Principais Destinos (1000 t)	2009	2010	*2011	Participação (%)
China	15.940	19.064	5.528	67,0
Espanha	2.115	1.875	620	7,5
Holanda	2.367	1.437	598	7,2
Tailândia	930	1.138	174	2,1
Portugal	664	733	47	0,6
Taiwan (Formosa)	568	635	85	1,0
Outros	5.980	4.190	1.204	14,6
Total	28.563	29.073	8.256	

Fonte: IBGE, 2011; Agroconsult Estimativa: Agroconsult

A demanda de soja tende a crescer ainda mais devido ao aumento do volume importado à China, país que está elevando o uso do grão em forma de farelo na ração animal. O Brasil, dentre todos os produtores mundiais, é o que tem maior possibilidade de aumentar sua produção, tanto pela crescente expansão agrícola, quanto pelo aumento expressivo de tecnologias. Dentre estas, destaca-se o uso de fertilizantes, os quais podem representar até 25% dos custos de produção, fato que impõe a necessidade do uso de formulações e dosagens adequadas, que atendam as exigências nutricionais da cultura.

4.3 Necessidades nutricionais da soja

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura da soja. Durante o seu desenvolvimento, a cultura, com alto potencial produtivo, absorve mais de 300 kg/ha de nitrogênio, sendo que grande parte é fornecido às plantas pela fixação biológica por meio das bactérias simbióticas que formam os rizóbios (ZANCANARO, 2009).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é a grande responsável pela incorporação de nitrogênio aos solos, representando 66% da fixação anual deste elemento (HUNGRIA *et al.*, 1994). Além de contribuir na diminuição dos impactos ao meio ambiente, a FBN promove um desenvolvimento e produção em níveis até superiores em comparação aos alcançados com adubações nitrogenadas, sendo uma alternativa aos produtores.

Para uma boa nodulação, e conseqüentemente uma boa disponibilidade de nitrogênio para a planta, é importante considerar que o solo deve possuir boas condições para a formação dos nódulos, como temperatura ideal do solo, umidade adequada, controle do pH, além dos efeitos de fatores nutricionais, tais como cálcio, magnésio, alumínio, manganês, fósforo (P), entre outros nutrientes (ZANCANARO, 2009).

O potássio (K) é o segundo elemento mais absorvido pela soja. Trata-se do nutriente ativador de enzimas ligadas à fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e síntese de amido. Sua deficiência causa a clorose em folhas velhas, evoluindo para a necrose nas margens, ocasionando a redução da área fotossintetizante da planta (BROCH, 2009). Em média, 32,1 kg de K são extraídos

do solo para se produzir 1000 kg de grãos, e 18,8 kg de K, em média, são exportados PAULETTI (2004).

O fósforo é um dos nutrientes mais limitantes à produção agrícola, principalmente para a cultura da soja. A sua deficiência causa diversos sintomas como o raquitismo, a baixa altura de inserção das primeiras vagens, resultando em baixa produtividade (FUNDAÇÃO MS, 2008). Além disso, BORKET, *et al.*(1994) verificaram que a deficiência de P causa a redução da nodulação das raízes. A fase de pegamento de vagens é o estágio de desenvolvimento mais sensível a deficiência de P, causando a redução do número de grãos e incidência de vagens chochas (ZANCANARO, 2009).

Após cinco anos de experimentos em área de abertura do cerrado, ZANCANARO *et al* (2002) observou que o fósforo foi o nutriente que mais limitou a produtividade, seguido de outros macronutrientes como potássio e enxofre.

Para a produção de 1000 kg de grão são extraídos do solo, em média, 7,3 kg de P, sendo que deste valor, 75% (5,5 kg) são exportados pela cultura (PAULETTI,2004).

4.3.1 Adubação da cultura da soja

Um dos maiores desafios modernos da fertilidade do solo é fornecer quantidades suficientes de nutrientes para que as culturas possam expressar seu potencial de produtividade, sendo ao mesmo tempo economicamente viável e ambientalmente seguro. A forma mais eficiente para determinar a quantidade necessária de fertilizantes é a análise de solo (SCHLINDWEIN, 2003)

A recomendação correta da dosagem de fertilizantes é fundamental para a alocação correta dos nutrientes, o que gera economia de insumos e aumento da produtividade, maior eficiência técnica e econômica do capital investido. Esta se baseia na fertilidade atual do solo, através da realização da análise de solo, que identifica o potencial de resposta aos nutrientes para cada ecossistema, por um sistema de classes de interpretação da disponibilidade destes nutrientes para as plantas. Nos solos com teores baixos ou muito baixos, é necessária a adubação de correção para elevar a disponibilidade, enquanto que nos solos com teor médio a

alto, devem ser aplicadas apenas as quantidades suficientes para repor as perdas com a exportação dos grãos (EMBRAPA, 2008).

ALVES *et al.*, (2006) verificou em seus experimentos que a contribuição de nitrogênio pela FBN variou entre 83 a 88% do total absorvido pela planta. ZOTARELLI (2000) verificou que a fixação biológica de N na cultura da soja, com inoculação de rizóbio e sob plantio direto, proporciona alta produtividade de grãos e balanço positivo de N para o sistema. A elevada eficiência da FBN é beneficiada pelo uso do plantio direto, que estimula o processo simbiótico, provavelmente pela menor disponibilidade de N no solo, em razão da maior imobilização da população microbiana do solo (KESSEL & HARTLEY, 2000).

Diversos estudos indicam não ser necessária a realização de adubação nitrogenada para a cultura da soja, pois além de aumentar os custos de produção, inibe a fixação biológica de N e não aumenta o rendimento de grãos. Contudo, se os adubos que contenham N em sua formulação forem economicamente viáveis, contendo os teores adequados de P e K, estes podem ser utilizados, desde que não sejam aplicados mais de 20 kg de N/ha (EMBRAPA SOJA, 2011).

Ausência de resposta ou pequenos efeitos de adubação fosfatada e/ou potássica em solos de média a alta fertilidade têm sido relatados por MALLARINO (1997), PÖTTKER (1997) na cultura do milho, e KOCHHANN & DENARDIN (1997) na cultura da soja.

Com exceção dos solos do cerrado, originalmente os solos brasileiros possuem um bom teor de potássio, sendo que sua aplicação gera baixa resposta da soja. Porém, com a introdução de uma agricultura mais intensa, com vistas em maiores rendimentos, alguns solos já apresentam teores de potássio limitantes às altas produtividades (EMBRAPA, 2008).

Segundo WENDLING (2008), em solos com teores elevados de potássio, acima de 40 mg.dm⁻³, a soja apresenta baixa resposta à aplicação do nutriente. Esta constatação pode trazer benefícios ao produtor de soja, o qual tem a possibilidade de reduzir os custos de produção pela redução nos custos com fertilizantes. No entanto, o produtor deve frequentemente realizar a análise do solo, visando nunca deixar que o teor de K no solo se torne limitante para a produtividade da cultura.

BORKERT *et al.* (1993) apresentaram um nível crítico de 40 mg.dm^{-3} de potássio para a cultura da soja nos solos do Norte do Paraná, indicando uma boa recomendação de fertilizante por meio do uso de três faixas de teor de potássio disponível no solo: baixo < 23 , médio $23\text{--}40$ e alto $> 40 \text{ mg.dm}^{-3}$. Da mesma maneira, SCHERER (1998) demonstrou que a aplicação anual de 60 kg ha^{-1} de K_2O na cultura da soja, nos solos do Oeste Catarinense, foi suficiente para atender à demanda da cultura e manter o teor de potássio disponível no solo próximo do nível crítico.

Segundo BROCH & RANNO (2009), quando a análise de solo indicar teores altos de K, não há a necessidade de correção e faz-se apenas adubação de manutenção com doses que correspondem a 20 kg de K_2O para cada tonelada de grãos de soja a ser produzida por hectare.

WENDLING (2008) verificou que a soja exporta grande quantidade do K, mas também o retorna mais rapidamente ao solo após o cultivo, podendo, em caso de elevada precipitação pluvial entre o final do ciclo da soja e a implantação da próxima cultura, haver risco de perda do nutriente. Em seus experimentos ele verificou a alta taxa de exportação de K pela soja, apesar da baixa resposta às aplicações do nutriente. Em relação à lixiviação, ZOTARELLI (2000) verificou que quando o solo estiver sendo cultivado com culturas comerciais em Sistema de Plantio Direto (SPD) ou culturas de cobertura, a lixiviação do potássio no solo é reduzida, mesmo para solos com textura mais arenosa.

A adubação fosfatada para a soja, em solos de baixa fertilidade natural e com baixo teor de P residual das adubações de culturas anteriores, tem se revelado uma prática inevitável (EMBRAPA SOJA, 2008)

A maioria dos solos brasileiros é altamente intemperizada e, de modo geral, deficiente em P, apresentando alta capacidade de retenção desse nutriente em formas pouco disponíveis às plantas (NOVAIS *et al.*, 2007). RAIJ, (2004) & RAMOS *et al.*, (2009), verificaram que aproximadamente 75% do P aplicado sejam sorvidos nas partículas de solo, resultando numa eficiência agrônômica inferior a 20%. Essa baixa eficiência força o produtor a ter que realizar aplicações frequentes de fertilizantes fosfatados para proporcionar e manter alta produtividade.

Em SPD, a aplicação de P pode ser reduzida, devido à redução da imobilização do nutriente nas partículas do solo, havendo a possibilidade de redução

das perdas por lixiviação. MUZILLI, (1985) afirma que o melhor aproveitamento do P em SPD possibilita através do tempo a redução da quantidade de adubo fosfatado a ser aplicado nas safras seguintes. A aplicação a lanço sobre a superfície, sem incorporação, acarreta em menor fixação de P, aumentando a disponibilidade na camada mais superficial (SCHUTZ, 1978)

SOUZA *et al.* (2004) verificaram que em solos do Mato Grosso do Sul com teor de P em torno de 20 mg.dm^{-3} , utilizando-se metodologia de extração por Resina, houve a possibilidade de obtenção de 90% do rendimento potencial na soja, havendo uma menor probabilidade de resposta econômica com a utilização de adubação fosfatada, já que o valor está acima do nível crítico para a soja. Segundo FONTOURA *et al* (2010), em sistema de plantio direto, não há necessidade de aplicação de fertilizantes fosfatados para obtenção de alta produtividade em solos que tenham teores altos de P.

BROCH (2009), através dos resultados de seus experimentos verificou que a dose de manutenção em torno de $45 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ foi suficiente para se obter uma produtividade de soja acima de 60 sacas/ha^{-1} (acima de 90% do rendimento potencial) durante 4 safras consecutivas em Maracaju/MS, em solo argiloso (55% argila) sob plantio direto bem conduzido, cujos teores iniciais encontravam-se em níveis adequados ($\text{Resina} = 21,0 \text{ mg.dm}^{-3}$). Assim, em solos sob plantio direto bem conduzido com teores adequados de fósforo no solo, ou teores acima destes, é possível otimizar o recurso destinado à adubação fosfatada.

Segundo LANTMANN *et al.* (1996), a soja é capaz de apresentar bons rendimentos, em condições de baixa ou nenhuma adubação, desde que a fertilidade do solo esteja em níveis acima dos considerados críticos, pois esta possui a habilidade de aproveitar o efeito residual das fertilizações de anos anteriores.

Aumentos nos níveis de P disponível no solo em função de doses do fertilizante fosfatado foram observados por ROSOLEM *et al.* (1994) e ROSOLEM & MARCELLO (1998). De acordo com eles, o solo possui um limite de retenção do elemento, devido à redução da capacidade de adsorção de P nos colóides do solo, quando sua concentração estiver muito elevada (BROCH, 2009).

5 PARTICIPAÇÃO DOS FERTILIZANTES NOS CUSTOS DE PRODUÇÃO

Atualmente a soja é uma das mais importantes commodities no cenário do agronegócio brasileiro e exige elevada tecnologia em todas as fases de sua produção. Por isso, os agricultores que optam pela cultura utilizam sementes certificadas, o sistema de plantio direto, rotação de cultura, e também a utilização de adubação balanceada através da aplicação de fertilizantes (CASTRO *et al.*, 2006).

Os fertilizantes, junto com os corretivos agrícolas, são os insumos mais importantes para o aumento de produtividade das culturas. Porém, para se obter retornos econômicos sobre o investimento, deve-se realizar uma adubação racional e balanceada, visando um custo/benefício rentável (REIS *et al.*, 2001).

A tomada de decisão da quantidade de fertilizante a ser aplicada pelos produtores depende das análises de solo, mas principalmente do seu preço. Seu custo pode representar até 30% do custo total de produção, dependendo da região produtora e do ano/safra em questão (IEA, 2011).

O Brasil importa a maior parte dos fertilizantes utilizados na cultura da soja (IEA, 2011) e por esse motivo, os preços são diretamente influenciados pelas variações dos mercados mundiais. Crises e altas do dólar são alguns dos principais motivos das altas dos preços desses insumos. O aumento da demanda de fertilizantes em países com altos investimentos na agricultura, como a China, EUA e a Índia, e o vínculo destes produtos com as commodities internacionais, como a soja, também contribuem em grande parte para isto (Broch & Pedroso, 2008).

No ano de 2008, a crise mundial iniciada nos EUA, determinou o surgimento da recessão financeira mundial, devido à alta do dólar, afetando o agronegócio Brasileiro. Segundo pesquisa realizada por CARNEIRO (2009), em 2008, apesar de o país colher 143,8 milhões de toneladas de grãos, 9,2% a mais que a safra do ano anterior que igualmente já fora recorde, obtendo um recorde no faturamento bruto, ocorreu um recorde nos preços dos fertilizantes, que dispararam na dianteira do aumento dos custos de produção, causando um recorde no endividamento no setor agrário, na faixa de R\$ 75 bilhões. Convém lembrar que a produção rural responde por mais de 35% das exportações brasileiras.

Segundo relatório divulgado pela Anda (Associação Nacional para Difusão de Adubos), a variação do preço dos fertilizantes ao longo dos anos ocorre conforme as

oscilações dos preços das principais commodities agrícolas (soja e milho), e das oscilações da cotação do dólar e pode ser verificada pela relação de troca de mercadoria por fertilizantes (ANDA, 2011).

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Caracterização do Rally da Safra 2011

Em 2011, o Rally da Safra foi dividido em 10 equipes, que percorreram 11 estados entre os dias 31 de Janeiro e 27 de Março, passando por Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins (

Alta produção de soja

Média produção de soja

Baixa produção de soja

Figura 6.1 e

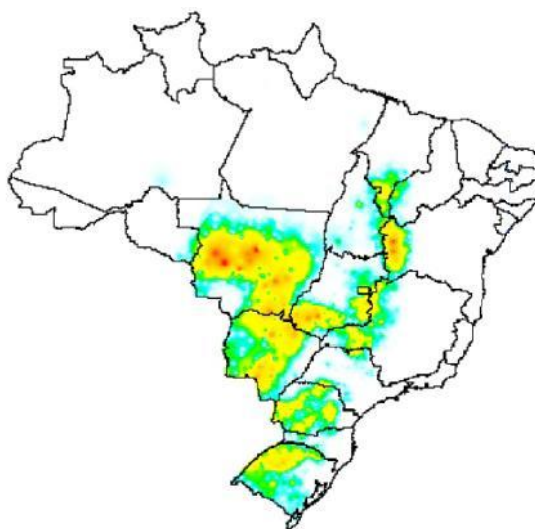
Alta produção de soja

Média produção de soja

Baixa produção de soja

Figura 6.1). Neste período foram realizados os levantamentos quantitativos e qualitativos no período de colheita da soja e do milho de verão.

O roteiro dividido em 10 equipes envolveu 150 pessoas na organização. O mesmo foi traçado de forma que os principais pólos nacionais e regionais produtores de grãos fossem visitados pelas equipes antes da colheita. Portanto, os primeiros trechos percorridos foram as regiões produtoras de soja precoce e milho verão, seguindo depois para as regiões que predominam variedades de soja de ciclo médio e posteriormente tardio.



Alta produção de soja

Média produção de soja

Baixa produção de soja

Figura 6.1 - Pólos produtores de soja

Fonte: EMBRAPA 2006.

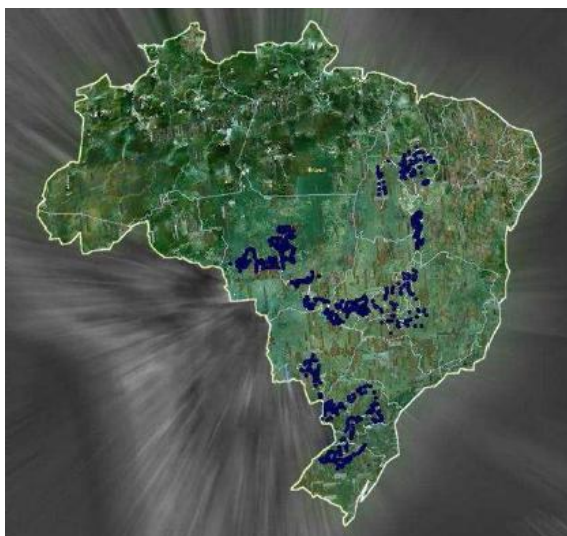


Figura 6.2 - Concentração das lavouras avaliadas

Fonte: Rally da Safra 2011.

Os levantamentos quantitativos foram feitos através de amostragens aleatórias das lavouras de soja e milho dos principais pólos produtores. Os levantamentos qualitativos foram realizados através da aplicação de questionários aos produtores durante os eventos realizados em 8 municípios.

6.2 Avaliação de Campo

A escolha das lavouras onde ocorreram as coletas de dados foi feita aleatoriamente. Em cada parada foram registradas as coordenadas geográficas por meio de aparelhos de GPS (altitude, latitude e longitude) e o nome do município. Foram realizadas coletas de dados para determinação da produtividade, coleta de solo, determinação de eventos de transgenia, características do plantio direto, identificação de pragas, doenças e plantas daninhas.

Todos os dados foram registrados em boletas, para posterior organização em computador (Excel).

Neste trabalho foram discutidos os dados referentes ao uso de fertilizantes nas lavouras de soja, e quantificados os teores de fósforo e potássio dos solos das

principais regiões produtoras do grão, englobando os estados da Bahia, Maranhão, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso.

6.3 Análise de solo

As coletas de solo foram feitas através da utilização de uma sonda para perfuração do solo. Em cada lavoura amostrada foram feitas em média 5 (cinco) perfurações e foi coletado o solo da camada de 20 cm de profundidade. Em seguida, as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas com as coordenadas da lavoura. As coletas foram realizadas no final do ciclo da soja, estando estas no estágio de desenvolvimento R9, que corresponde ao momento de sua colheita.

Foram coletadas ao todo 964 amostras de solos, das quais foram utilizadas para realização deste trabalho 637 amostras, referentes aos estados da BA, MA, PR, RS, GO e MT (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Número de amostras de solo por estado.

Estado	Nº de amostras de solo
BA	43
MA	18
PR	143
RS	82
GO	121
MT	236

Fonte: Rally da Safra 2011

O número de amostras coletadas foi influenciado pelas condições climáticas das regiões visitadas. Em locais onde estava chovendo, ou o solo estava encharcado, não foram realizadas coletas.

As amostras foram enviadas ao laboratório DMLab (Ribeirão Preto, SP) para análise do teor de fósforo e potássio. Para o potássio a metodologia de extração utilizada foi por meio do extrator de Mehlich-1 e a análise do teor de fósforo pela extração do nutriente em resina e determinado por Colorimetria (Raij *et al*,1997).

Segundo Raij *et al.*(1997), o processo de extração com resina de troca de íons é um método que avalia melhor a disponibilidade do fósforo para as culturas, pois apresenta correlações mais estreitas com índices de disponibilidade do nutriente nos solos, determinado com plantas, do que outros extratores usuais, permitindo uma diagnose mais apurada do grau de deficiência de P nos solos. Como metodologia para a análise química do solo, foi utilizado Boletim Técnico 100 do IAC (Instituto Agronômico de Campinas-IAC, 1997).

Os teores de P e K contidos nos laudos das análises de solos estavam nas unidades mmol.dm^{-3} e mg.dm^{-3} , respectivamente. Os limites de interpretação de teores de fósforo e potássio nos solos estão descritos na Tabela 6.1. Para a determinação da quantidade dos nutrientes por hectare, os dados foram convertidos para a unidade kg/ha , o que foi realizado a partir das fórmulas (LOPES & GUILHERME, 2004):

Determinação de P_2O_5 :

$$\text{P/ha} = ((\text{Psolo} / 0,001) \times 0,000001) \times 2000$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \text{P/ha} \times 2,29$$

Onde:

P/ha = quantidade em kg de P em 1 hectare

Psolo = teor de P descrito na análise de solo em mg.dm^{-3}

$$1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ mg} = 0,000001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ha} = 2000 \text{ m}^3$$

Determinação de K_2O :

$$\text{K/ha} = ((\text{Ksolo} \times 0,03909) \times 1000) \times 2$$

$$\text{K}_2\text{O} = \text{K/ha} \times 1,2035$$

Onde:

K/ha = quantidade em kg de K em 1 hectare

Ksolo = teor de K descrito na análise de solo em mmol.dm^{-3}

$$1 \text{ mmol.dm}^{-3} = 0,03909 \text{ g.dm}^{-3}$$

$$1 \text{ g.dm}^{-3} = 1000 \text{ mg.dm}^{-3}$$

$$1 \text{ mg.dm}^{-3} = 2 \text{ kg/ha}$$

Tabela 6.2 - Limite de interpretação de teores de potássio e de fósforo em solos

Teor	Produção Relativa %	K+ trocável mmolc/dm3	P resina mg/dm3
Muito baixo	0-70	0,0-0,7	0,0-6,0
Baixo	71-90	0,8-1,5	7,0-15
Médio	90-100	1,6-3,0	16-40
Alto	>100	3,1-6,0	41-80
Muito alto	>100	>6,0	>80

Fonte: RAIJ *et al*, (1997)

Para determinação da quantidade de P e K que a cultura da soja necessita para a produção de grãos em um hectare foram utilizados os dados de extração e exportação de nutrientes contidos na Tabela 6.3 e o seguinte cálculo:

$$Q = EX \times \text{Prod.}$$

Onde:

Q = quantidade de nutriente necessário para a produção de soja em um hectare (kg/ha)

Ex = quantidade de nutriente extraído pela cultura da soja para produzir 1000 kg de grãos (kg/ha)

Prod. = produtividade por hectare (t/ha)

Tabela 6.3 - Extração e exportação de nutrientes da cultura da soja

Elemento	Extração					Exportação						%***
	1*	2	3	4	Média**	1*	2	3	4	5	Média**	
	kg/t de grão.....											
N	76	77,4	82	82	79,5	64	64,4	51	58	59,2	59,2	74
P	5,7	6	7,5	10	7,3	5	4,7	5	7,6	5,2	5,5	75
K	32	32	24,5	40	32,1	18	16,5	17	24	18,7	18,8	59
Ca	20	12,8	12,2	7,2	13,1	3	3,2	3	3,2	1,9	2,9	22
Mg	9,1	4,4	6,7	8	7,1	2	2,2	2	3,2	2,2	2,3	32
S	3,1	7,7	15,4	6,8	8,3	2	2,3	5,4	2	3,2	3	36

Fonte: Pauletti (2004)

Nota: * BATAGLIA,1977;2:CORDEIRO,1977;3:BORKET *et al.*,1994;4:DARWICH,1993;TANAKA;1994

** Média Ponderada

*** Porcentagem exportada em relação ao extraído

Os dados das análises de solo foram organizados em Excel e posteriormente submetidos à análise estatística. Para tanto, foi utilizado o programa SPSS^R.

6.4 Questionários

Durante a realização do Rally da safra 2011 foram realizados 8 eventos, que contaram com a presença dos produtores de soja convidados pelas 7 empresas patrocinadoras. As empresas os convidavam porque além de os mesmos empregarem alto nível de tecnologia em suas lavouras, também são líderes locais.

Os questionários foram aplicados aos produtores e cada questionário continha 21 questões, sendo estas referentes à área cultivada, técnicas de manejo das lavouras, uso de insumos, comercialização, terras, logística e armazenagem.

Ao total foram respondidos 340 questionários, divididos entre os 8 eventos realizados nos seguintes municípios (Tabela 6.4):

Tabela 6.4 - Locais, datas e número de questionários dos eventos

Evento	Município	Data	Nº de Questionários
1	Cascavel - PR	07/fev	52
2	Rio Verde - GO	10/fev	45
3	Guarapuava - PR	22/fev	49
4	Passo Fundo - RS	14/mar	67
5	Rondonópolis - MT	15/mar	29
6	Unai - MG	16/mar	36
7	Luis Eduardo Magalhães - BA	21/mar	32
8	Balsas - MA	25/mar	30

Fonte: Rally da Safra, 2011

As respostas dos questionários foram compiladas em EXCEL e posteriormente os dados foram transcritos para o software SPSS* para a determinação de estatísticas utilizadas na análise. Para determinar a quantidade de nutrientes aplicados ao solo (N,P,K) foi utilizado o seguinte cálculo (RAIJ, 1997):

***Nota: SPSS:** “Statistical Package for the Social Sciences” direitos comerciais **SPSS:** “Statistical Product And Service Solutions”

$$X = (D \times T)100$$

Onde:

X = quantidade de nutriente aplicado (kg/ha)

D = dosagem do fertilizante aplicado (kg)

T = teor do nutriente na formula do fertilizante (%)

6.5 Cobertura do solo

Em cada lavoura analisada foi medida a percentagem de cobertura e o tipo de resíduo utilizado no solo. Para a determinação do percentual de cobertura morta, aplicou-se uma metodologia sugerida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e adaptada pelo Rally da Safra. No quadrante marcado para avaliação da produtividade das lavouras, foi estendida uma trena formando-se um ângulo de aproximadamente 45°, atravessando duas fileiras de plantas (Figura 6.2). Foram contados, ao longo de um metro de trena, os números de marcações (de 10cm) que coincidem com o resíduo de solo. A porcentagem de cobertura morta foi o número de marcas contadas multiplicado por 10. Para cada parada, o procedimento foi repetido duas vezes, registrando-se a média das porcentagens.

As amostras de campo avaliam apenas a presença e o percentual de cobertura de solo e, portanto, não permitem uma interpretação precisa quanto à adoção do Sistema de Plantio Direto.

Para a avaliação da porcentagem de cobertura foram utilizados 3 níveis de cobertura presentes na Tabela 6.4:

Tabela 6.5 – Avaliação de cobertura de solo

Nível de cobertura	% de cobertura
Pouco resíduo	0 a 15% de cobertura
Médio resíduo	15 a 40% de cobertura
Muito Resíduo	40 a 100% de cobertura

Fonte: IAC, 2009

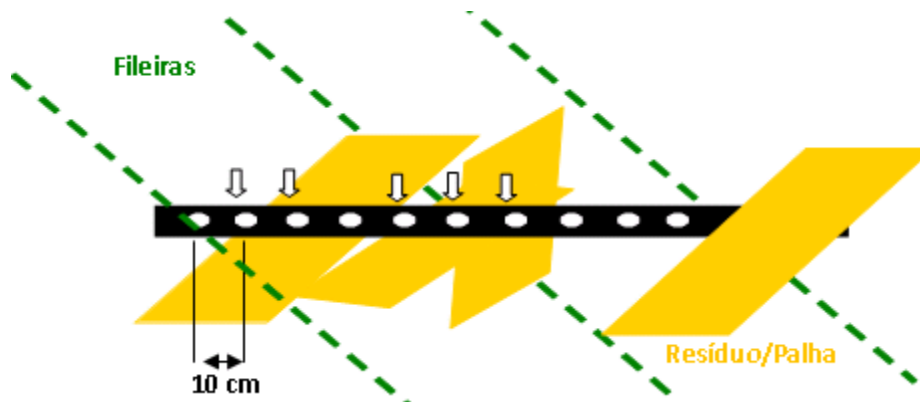


Figura 6.3 - Esquema ilustrativo para determinação do percentual de cobertura morta no solo.

Fonte: Rally da Safra 2011.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Teores de fósforo e potássio no solo

Para o estudo dos teores de fósforo e potássio foram considerados os limites de interpretação dos nutrientes contidos na Tabela 6.3. Os teores de P nos solos da Bahia foram classificados como médio alto e de K ficaram em níveis muito baixos. A porcentagem média estadual de cobertura de solo foi de 29%, estando em níveis médios de resíduo (Tabela 7.1). O resultado pode ser explicado pela deficiência natural de potássio nos solos que apresentam textura predominantemente arenosa, o que favorece a lixiviação do nutriente, e também pelo histórico recente do plantio intensivo de soja no estado, não tendo ocorrido ainda um acúmulo no solo.

Tabela 7.1 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos da Bahia

UF	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
BA	Média	0,63	33,1	29,3%
	Erro padrão	0,06	3,3	4,0%
	nº de observações	43		

Fonte: Rally da Safra 2011

O Maranhão possui os menores teores de ambos os nutrientes em relação aos estados analisados, e também a menor porcentagem de cobertura de solo (Tabela 7.2). Os solos do estado são naturalmente intemperizados e, a exemplo do estado da Bahia, o estado faz parte da mais nova fronteira agrícola do país, tendo um recente histórico de plantio de soja. Isso é verificado nos resultados, pela baixa fertilidade do solo e baixo acúmulo de matéria orgânica.

A porcentagem de cobertura do solo foi a mais baixa entre todos os estados analisados, de 10,1%, sendo classificado como um solo com pouco resíduo (Tabela 7.2). Esta baixa porcentagem pode ser explicada pelo fato de que no estado o cultivo de soja é recente, e por consequência a utilização do SPD também.

Tabela 7.2 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Maranhão.

UF	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
MA	Média	0,86	20,3	10,1%
	Erro padrão	0,08	3,1	3,0%
	nº de observações	18		

Fonte: Rally da Safra 2011

O Paraná apresentou as maiores médias, tanto do teor de nutrientes, como a porcentagem de cobertura do solo. Os teores de P e K foram considerados altos

devido ao acúmulo de nutrientes oriundos de adubações excessivas ao longo dos anos. As porcentagens de cobertura do solo ultrapassaram os 40%, valor considerado alto (Tabela 7.3).

Esse resultado era esperado pelo histórico do uso do sistema de plantio direto na região. O PR foi o pioneiro na utilização deste sistema e de rotação de cultura com cereais de inverno, possuindo lavouras com alto nível de tecnologia.

Tabela 7.3 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Paraná.

UF	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
PR	Média	4,45	44,6	40,5%
	Erro padrão	0,26	4,5	2,2%
	nº de observações	143		

Fonte: Rally da Safra 2011

Os resultados das análises de solo mostram que no Rio Grande do Sul as médias dos teores de P e K estavam em níveis médios. Para P a média foi de 37,5 e a de K é de 2,86. A média estadual da cobertura de solo encontra-se acima dos 40%, sendo considerada alta a porcentagem de cobertura (Tabela 7.4). Junto com o Paraná, o estado é precursor da adoção do SPD, fato que justifica esta elevada cobertura dos solos.

Tabela 7.4 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do RS.

UF	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
RS	Média	2,86	37,5	40,7%
	Erro padrão	0,19	3,7	3,2%
	nº de observações	82		

Fonte: Rally da Safra 2011

Os teores médios de P nos solos do estado de Goiás estão em níveis altos. Já os teores médios de K encontram-se em níveis médios. A média estadual da cobertura de solo da região está em torno de 25%, estando em níveis médios de cobertura (Tabela 7.5).

Tabela 7.5 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Goiás.

UF	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
GO	Média	1,62	43,9	25,4%
	Erro padrão	0,09	3,5	1,8%
	nº de observações	121		

Fonte: Rally da Safra 2011

No estado do Mato Grosso os teores de P encontram-se em níveis médios e os de K em níveis baixos. A média da porcentagem de cobertura de solo no estado encontra-se em torno de 30% (Tabela 7.6).

Tabela 7.6 - Teores de P e K e cobertura de solo (%) nos solos do Mato Grosso.

UF	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
MT	Média	1,36	28,4	22,8%
	Erro padrão	0,05	1,4	1,4%
	nº de observações	230		

Fonte: Rally da Safra 2011

A média nacional analisada dos teores de nutrientes e da cobertura no solo indica que, em geral, os solos agricultáveis onde se produz soja estão em níveis médios. Tanto para P e K, e para a cobertura do solo, a média nacional encontra-se em nível médio (Tabela 7.7).

Tabela 7.7 - Média dos teores de P e K e cobertura de solo (%) no Brasil.

	Estatísticas	Total		
		K	P (Resina)	Cobertura
		mmolc .dm-3	mg.dm-3	%
Brasil	Média	2,23	36,2	29,6%
	Erro padrão	0,09	1,4	1,0%
	nº de observações	637		

Fonte: Rally da Safra 2011

Analisando os resultados é possível verificar a influência da cobertura sobre os teores de potássio e fósforo no solo. A matéria orgânica da cobertura beneficia a conservação dos nutrientes no solo, pois evita a lixiviação do potássio e também a não incorporação de fósforo, os quais permanecem disponíveis às plantas, reduzindo assim as perdas pela sua fixação. É possível verificar que os teores de potássio aumentam com o aumento da porcentagem de cobertura de solo, com exceção do estado da Bahia, onde existe o predomínio de solos arenosos, o que influencia diretamente na lixiviação deste elemento. As médias dos teores de fósforo acompanham a linha da porcentagem de cobertura do solo, com exceção do estado de Goiás (Figura 7.1).

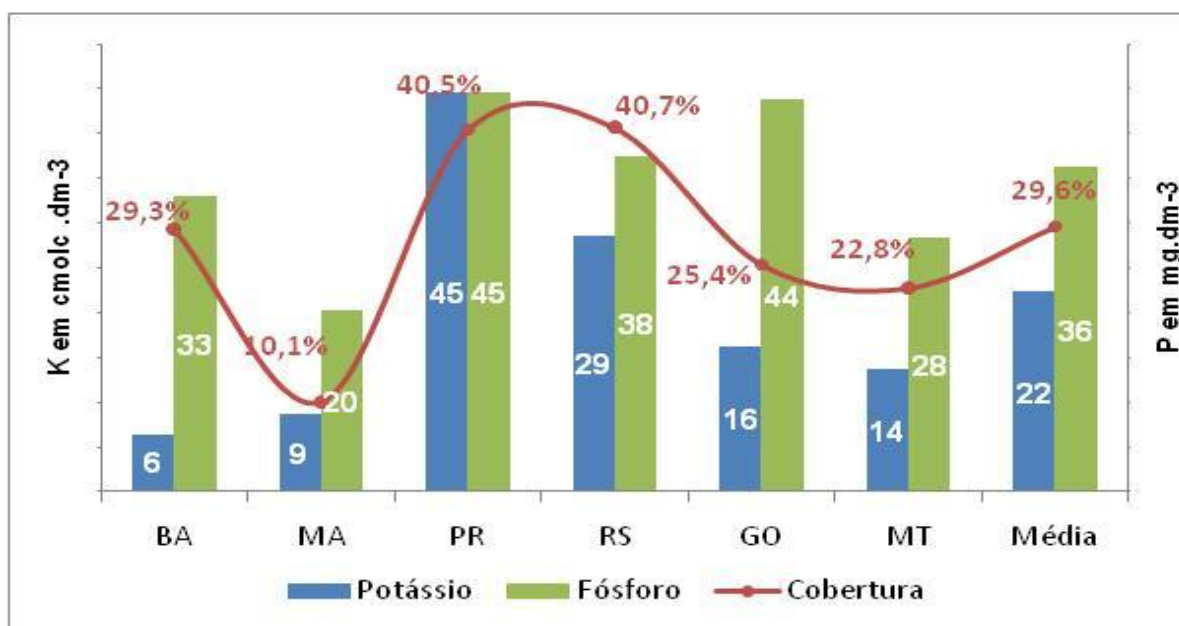


Figura 7.1 - Relação dos teores de fósforo, potássio e porcentagem de cobertura do solo.

7.2 Dosagem dos fertilizantes e seus custos

As doses médias aplicadas pelos produtores nos estados estão descritas na Tabela 7.8. Analisando as Figura 7.1 e Figura 7.2 é possível verificar que as doses seguem uma tendência, que corresponde à média nacional analisada. Isso ocorre pelo fato de o cultivo da soja apresentar todo um pacote tecnológico, o qual os produtores utilizam visando uma produtividade que acaba variando pouco entre os estados. Em relação ao P, o estado da Bahia apresenta os valores mais distantes da média, e o estado do Maranhão se distancia da média em relação à aplicação de K.

Tabela 7.8 - Média das aplicações de P e K por estado de acordo com os resultados dos questionários aplicados aos produtores.

Estado	P	K
Kg/ha....	
Bahia	84	60
Goiás	78	62
Maranhão	75	72
Mato Grosso	71	65
Paraná	73	62
Rio Grande do Sul	66	63
Brasil	73	64

Fonte: Rally da Safra 2011

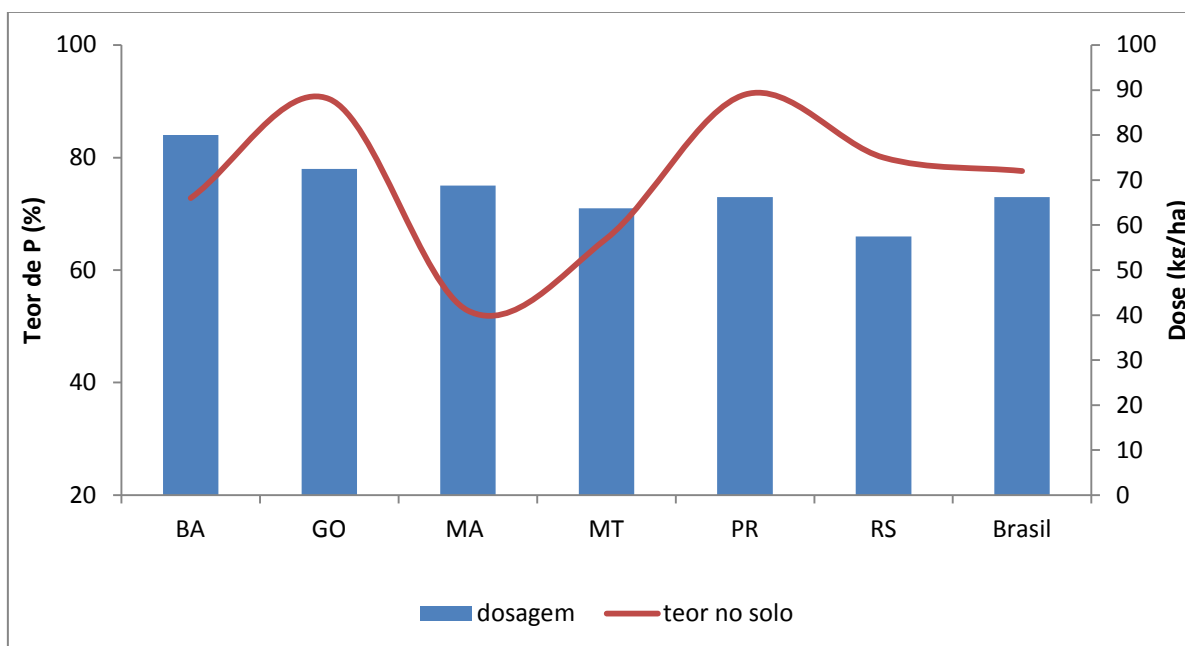


Figura 7.2 - Quantidade de P (kg/ha) aplicado no ano de 2011 e teor no solo (%).

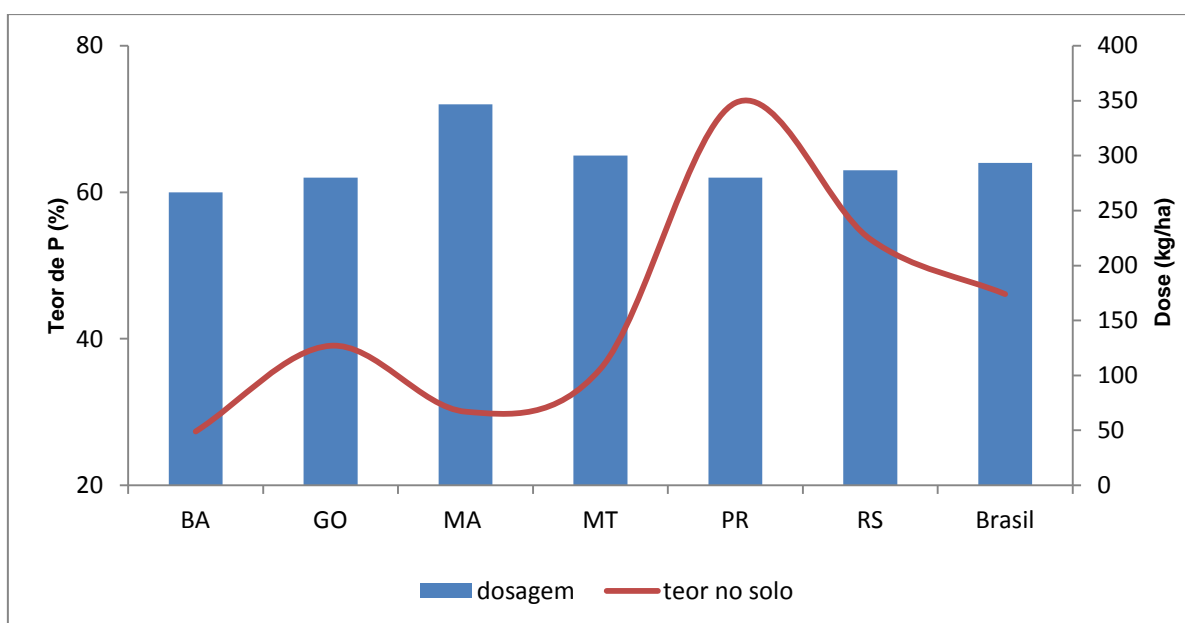


Figura 7.3 - Quantidade de K (kg/ha) aplicado no ano de 2011 e teor no solo.

Verifica-se na Figura 7.7, nos anos de 2005 a 2011, que as doses, tanto de P como as de K, mantiveram-se próxima entre os estados analisados, sendo pouco influenciadas pelo teor dos elementos no solo, estando mais relacionadas com a variação nos preços dos insumos entre os anos. Ainda de acordo com a Figura 7.7, percebe-se que os estados do Paraná e Rio Grande do Sul foram os que apresentaram maior quantidade de K no solo, devido ao alto nível de tecnologia

aplicada, o que inclui a utilização de rotação de cultura com culturas de inverno as quais possibilitam alta porcentagem de cobertura do solo, fato que interfere diretamente no processo de lixiviação do nutriente.

Segundo dados divulgados pela ANDA, (2011) Figura 7.3 e Figura 7.6, a quantidade de fertilizantes aplicados na cultura da soja nos estados brasileiros ao longo dos anos seguiu as tendências econômicas mundiais.

Em 2005 devido à crise do agronegócio, os preços dos fertilizantes dispararam e os produtores reduziram suas aplicações. No período de 2006 a 2007, os preços dos fertilizantes caíram bruscamente, e os produtores aproveitaram essa reação do mercado, aplicando altas doses. Em 2008, a crise mundial influenciou diretamente os preços destes insumos no Brasil, o que gerou uma redução da sua utilização nas lavouras. A partir do segundo semestre de 2009 os preços dos fertilizantes voltaram a se estabilizar.

Em 2010, ocorreu uma nova queda dos preços dos fertilizantes, e os produtores aplicaram maiores quantidades, visando maiores produtividades. Isso pode ser verificado no caso do Paraná e Rio Grande do Sul, que possuem teores elevados dos nutrientes nos solos, mas aplicaram em média quantidades próximas às aplicadas em estados que apresentam solos pobres, como é o caso do Maranhão. Esta variação dos preços pode ser verificada a partir da análise das Figura 7.3 e Figura 7.6, que mostram a evolução dos preços dos principais fertilizantes utilizados na cultura da soja, que são o MAP e o Cloreto de Potássio (KCL).

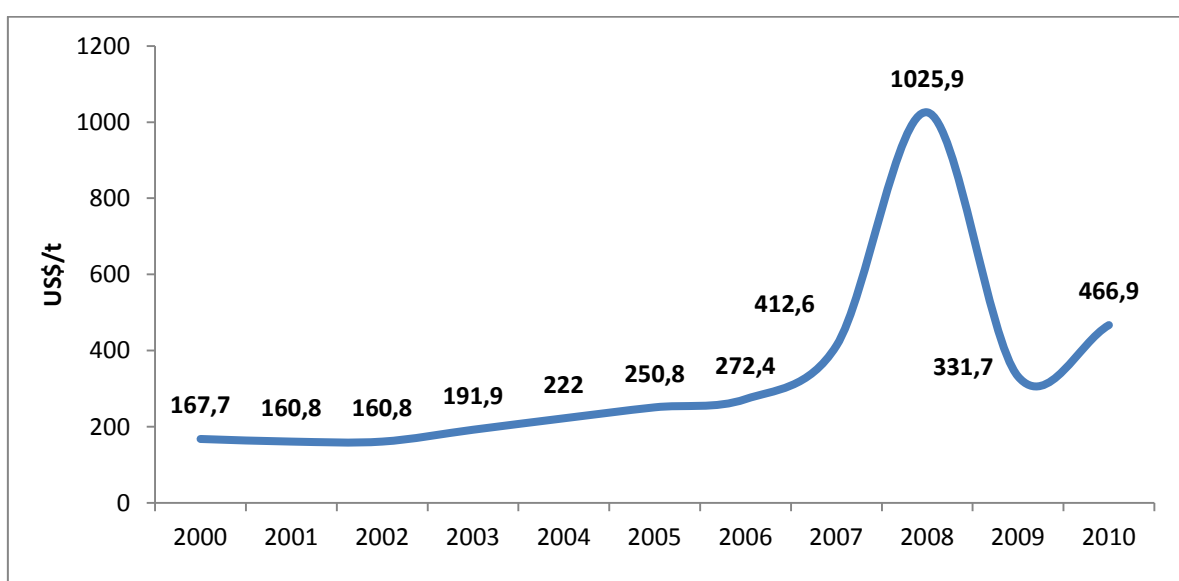


Figura 7.4 – Evolução dos preços do fertilizante MAP (US\$/ton) Fonte: Secex, 2011

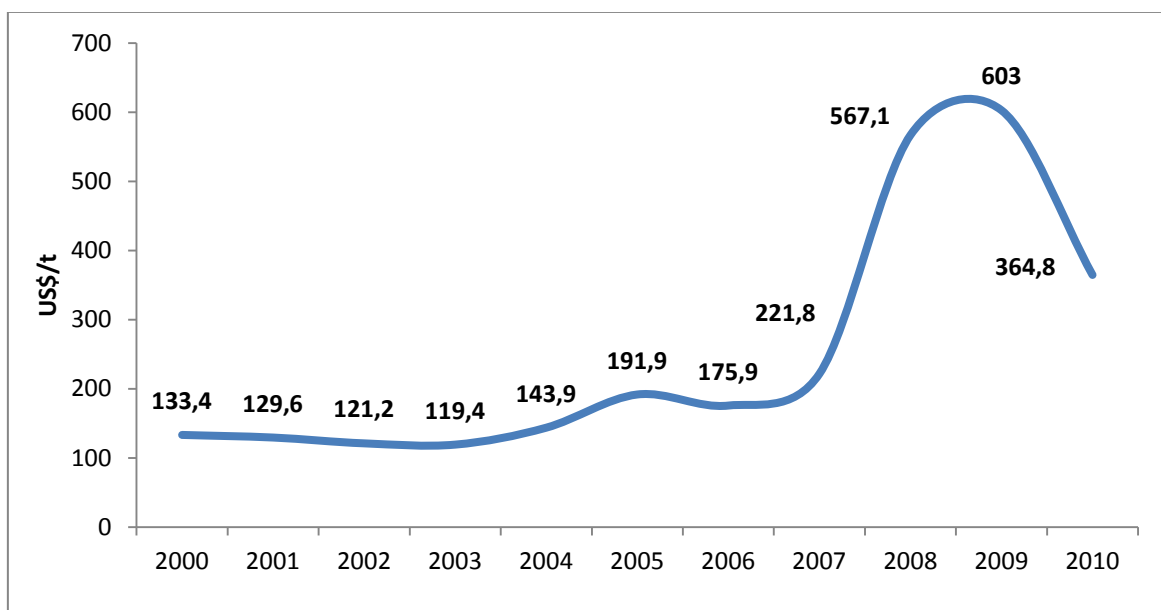


Figura 7.5 – Evolução dos preços do fertilizante KCL (US\$/ton) Fonte: Secex,2011

Com o término da colheita da safra de verão em várias regiões do país, alguns produtores começaram a perceber que os preços dos fertilizantes sofrerão nova alta, e anteciparam a compra. Os preços das principais matérias-primas para adubos voltaram a patamares acima da média histórica, depois de despencarem na safra passada.

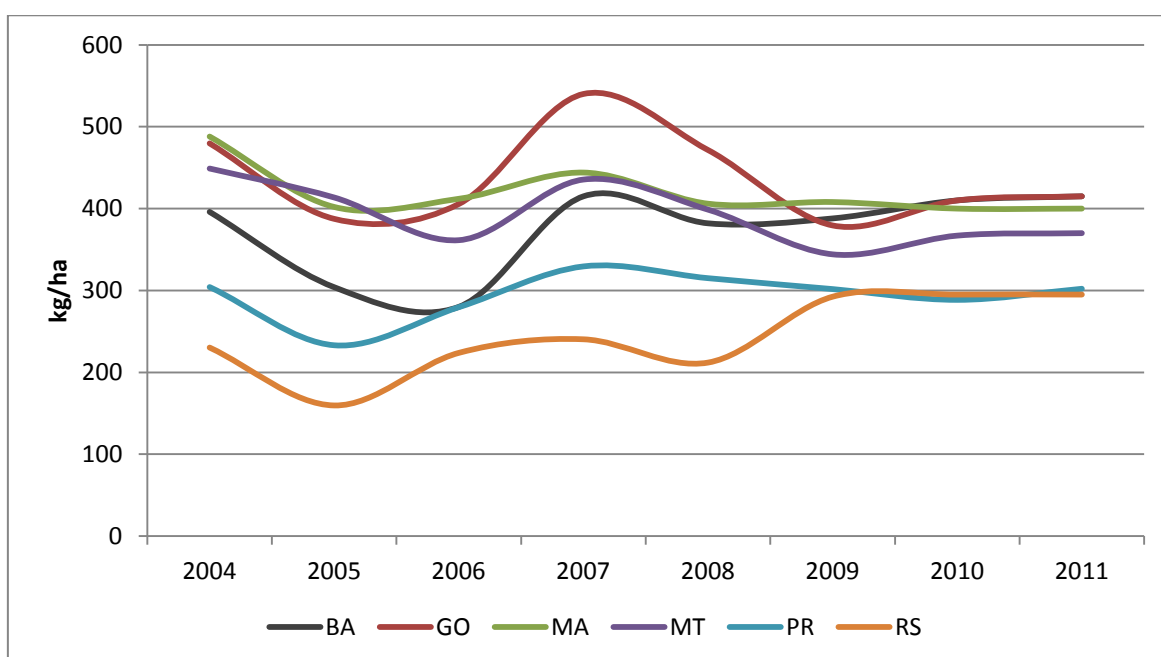


Figura 7.6 - Doses médias de fertilizantes (kg/ha) Fonte: Adaptado de Anda (2011).

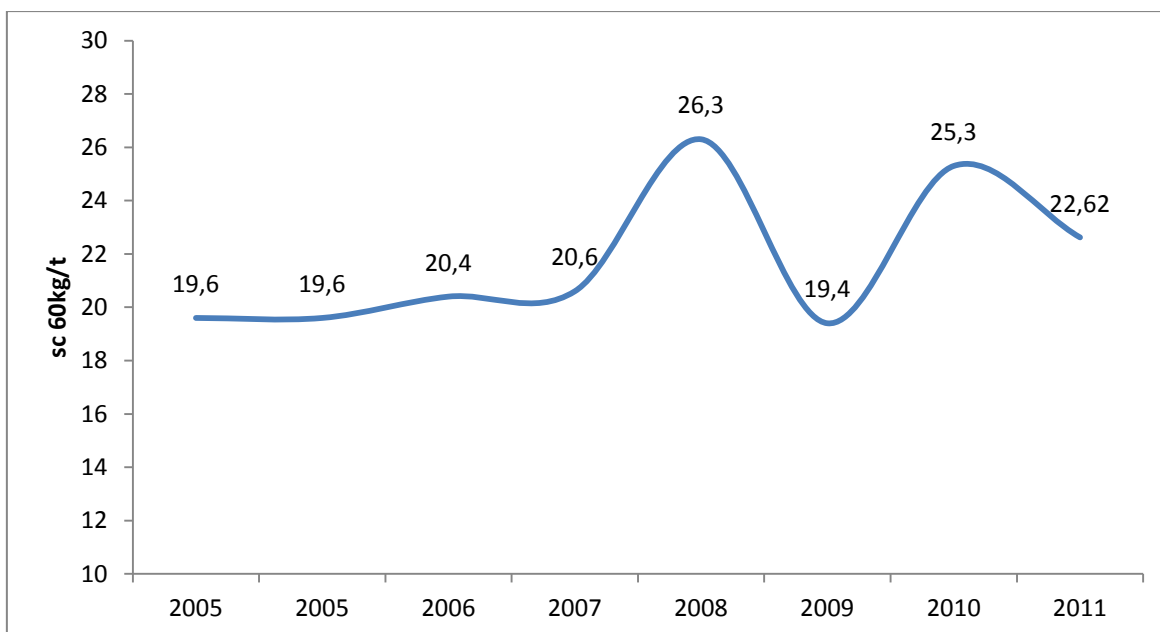


Figura 7.7 - Relação de troca de soja por fertilizantes (sc 60 kg). Fonte: Adaptado de Anda (2011).

A relação de troca mercadoria/ fertilizantes mostra a variação dos preços dos fertilizantes ao longo dos anos. Em 2007 os produtores de soja trocavam em média 20 sacos de 60 quilos de soja por uma tonelada de fertilizante. Em 2008 com influência da crise mundial, o produtor teve que desembolsar 26 sacas de soja. Logo em seguida, a partir do segundo semestre de 2009, os preços despencaram e o produtor chegou a comprar 1 tonelada de fertilizantes com apenas 19 sacas de soja.

Atualmente, devido à estabilidade dos preços dos fertilizantes e da boa safra alcançada em 2011, os produtores trocam 22 sacas por tonelada de fertilizante.

A tendência é que para a safra de 2012 os preços voltem a subir, provocando aumento no custo de produção. Alguns produtores, com receio deste aumento, já anteciparam a aquisição dos fertilizantes. Outra alternativa, que faz parte da proposta deste trabalho, é a redução das doses aplicadas nos casos em que o solo apresente P e K em níveis adequados.

Em média, a participação dos fertilizantes no custo total de produção foi de 20%, variando de região para região. O uso dos fertilizantes teve maior participação nos custos totais no estado de Mato Grosso com 24,5%, seguido de Bahia e Goiás, com 21,8 e 20,6%, respectivamente, como pode ser verificado nas tabelas (Tabela

7.8 à Tabela 7.8) Isso se deve principalmente pela participação dos custos de transporte no preço dos fertilizantes. As vias de escoamento do norte e centro-oeste apresentam péssimas condições em alguns trechos, obrigando as empresas responsáveis pela distribuição elevarem o preço dos fertilizantes devido a constante manutenção dos caminhões.

Tabela 7.9 – Custo de Produção do estado do Paraná

Custos de Produção	2009/10	2010/11	2011/12*	Variação (%)	Participação (%)
(R\$/ha)		(A)	(B)	(B/A)	2011/12*
Custos Variáveis					
Semente	129	108	107	(0,9)	6,2
Fertilizantes ¹	294	244	281	15,2	16,2
Agroquímicos ²	313	251	240	(4,3)	13,9
Operação de máquinas	152	156	162	3,4	9,3
Mão-de-obra	211	233	249	6,7	14,4
Transporte Externo ³	33	34	31	(10,1)	1,8
Armazenagem	49	55	51	(7,2)	2,9
Outros ⁴	52	51	53	3,0	3,1
Custos Variáveis Totais	1.233	1.133	1.174	3,6	67,8
Custos Fixos					
Depreciação Maq./Equip.	170	179	183	2,5	10,6
Arrendamento	287	347	373	7,5	21,5
Custos Fixos Totais	458	526	556	5,8	32,2
Custo de Produção Total	1.691	1.659	1.730	4,3	

Fonte: Agroconsult, Deral, IEA. *Estimativa Agroconsult

Tabela 7.10 – Custo de Produção do estado do Mato Grosso

Custos de Produção	2009/10	2010/11	2011/12*	Variação (%)	Participação (%)
(R\$/ha)		(A)	(B)	(B/A)	2011/12*
Custos Variáveis					
Semente	144	140	144	2,7	9,9
Fertilizantes ¹	342	320	354	10,6	24,5
Agroquímicos ²	279	232	223	(3,8)	15,4
Operação de máquinas	88	87	99	13,5	6,9
Mão-de-obra	99	109	117	6,7	8,1
Transporte Externo ³	36	37	37	0,9	2,6
Armazenagem	48	52	54	4,1	3,7
Outros ⁴	54	59	60	1,5	4,1
Custos Variáveis Totais	1.091	1.036	1.088	5,0	75,2
Custos Fixos					
Depreciação Maq./Equip.	96	101	103	2,2	7,1
Arrendamento	194	238	256	7,5	17,7
Custos Fixos Totais	291	339	359	5,9	24,8
Custo de Produção Total	1.381	1.375	1.447	5,2	

Fonte: Agroconsult, Deral, IEA. *Estimativa Agroconsult

Tabela 7.11 – Custo de Produção do estado do Goiás

Custos de Produção	2009/10	2010/11	2011/12*	Variação (%)	Participação (%)
(R\$/ha)		(A)	(B)	(B/A)	2011/12*
Custos Variáveis					
Semente	124	118	121	2,7	7,6
Fertilizantes ¹	277	296	328	11,0	20,6
Agroquímicos ²	306	262	251	(4,1)	15,8
Operação de máquinas	107	110	114	3,1	7,2
Mão-de-obra	190	211	225	6,7	14,1
Transporte Externo ³	30	32	32	1,5	2,0
Armazenagem	45	51	52	2,1	3,3
Outros ⁴	40	41	42	3,3	2,6
Custos Variáveis Totais	1.120	1.121	1.166	4,0	73,2
Custos Fixos					
Depreciação Maq./Equip.	146	152	156	2,2	9,8
Arrendamento	214	250	271	8,5	17,0
Custos Fixos Totais	360	402	427	6,1	26,8
Custo de Produção Total	1.481	1.523	1.592	4,6	

Fonte: Agroconsult, Deral, IEA. *Estimativa Agroconsult

Tabela 7.12 – Custo de Produção do estado do Rio Grande do Sul

Custos de Produção	2009/10	2010/11	2011/12*	Variação (%)	Participação (%)
(R\$/ha)		(A)	(B)	(B/A)	2011/12*
Custos Variáveis					
Semente	95	85	92	8,0	5,5
Fertilizantes ¹	275	263	299	13,8	17,8
Agroquímicos ²	244	220	212	(3,8)	12,6
Operação de máquinas	142	147	151	3,4	9,0
Mão-de-obra	211	233	249	6,7	14,8
Transporte Externo ³	28	30	25	(14,5)	1,5
Armazenagem	40	46	41	(12,1)	2,4
Outros ⁴	49	49	51	3,5	3,0
Custos Variáveis Totais	1.085	1.074	1.121	4,4	66,8
Custos Fixos					
Depreciação Maq./Equip.	170	179	183	2,5	10,9
Arrendamento	289	346	373	7,9	22,3
Custos Fixos Totais	459	525	557	6,1	33,2
Custo de Produção Total	1.544	1.599	1.678	4,9	

Tabela 7.13 – Custo de Produção do estado da Bahia

Custos de Produção	2009/10	2010/11	2011/12*	Variação (%)	Participação (%)
(R\$/ha)		(A)	(B)	(B/A)	2011/12*
Custos Variáveis					
Semente	132	129	130	0,9	9,7
Fertilizantes ¹	383	331	293	(11,7)	21,8
Agroquímicos ²	295	256	246	(4,1)	18,3
Operação de máquinas	57	54	54	0,6	4,0
Mão-de-obra	99	109	117	6,7	8,7
Transporte Externo ³	32	35	32	(8,9)	2,4
Armazenagem	48	55	51	(6,6)	3,8
Outros ⁴	35	39	40	4,0	3,0
Custos Variáveis Totais	1.081	1.008	962	(4,5)	71,8
Custos Fixos					
Depreciação Maq./Equip.	96	101	103	2,2	7,7
Arrendamento	216	256	275	7,7	20,5
Custos Fixos Totais	312	356	378	6,1	28,2
Custo de Produção Total	1.394	1.364	1.341	(1,7)	

Fonte: Agroconsult, Deral, IEA. *Estimativa Agroconsult

7.3 Análise da viabilidade da redução do uso de fertilizantes

Analizando a quantidade de nutrientes no solo em um hectare (kg/ha) e o que a cultura da soja extrai de P e K do solo foi possível verificar a possibilidade de redução do uso de fertilizantes no cultivo da soja nas próximas safras. Para o cálculo de extração foi utilizada a produtividade estimada para os estados no ano de 2012 pela Agroconsult, a partir dos dados do IBGE (2011) (Tabela 4.4). Os valores dos teores dos nutrientes convertidos em kg/ha e a quantidade extraída para a produtividade de cada estado estão descritas nas **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 7.14 - Quantidade dos nutrientes nos solos (kg/ha).

Estados	P	P ₂ O ₅kg/ha.....	K	K ₂ O
Bahia	66	152	49	59
Goiás	88	201	127	152
Maranhão	41	93	67	81
Mato Grosso	57	130	106	128

Paraná	89	204	348	419
Rio Grande do Sul	75	172	224	269
Brasil	72	166	174	210

Fonte: DERAL, IEA, Agroconsult

Tabela 7.15 - Quantidade de nutrientes extraídos e exportados pela cultura da soja.

Estados	Fósforo		Potássio	
	Extrai	Exporta	Extrai	Exporta
Kg.....			
Bahia	22	17	96	56
Goiás	23	17	100	58
Maranhão	20	15	90	53
Mato Grosso	23	18	102	60
Paraná	24	18	106	62
Rio Grande do Sul	20	15	89	52
Brasil	22	17	99	58

Fonte: Adaptado de Pauletti (2004)

Os resultados da análise de extração de nutrientes pela cultura da soja mostram que em média são extraídos do solo 22 kg/ha de fósforo e 100 kg/ha de potássio para uma produtividade média de 3,0 (três) toneladas por hectares. Os valores dos nutrientes extraídos variam entre os estados devido à diferença entre as produtividades estimadas.

No caso do fósforo, todos os estados apresentaram teores mínimos necessários do nutriente no solo para o desenvolvimento da cultura, possibilitando seu cultivo sem a necessidade da aplicação de fertilizantes. Mesmo o estado do Maranhão, que possui a menor média do país, com 41 kg/ha de P, seria possível produzir sem realizar a aplicação. Para a recomendação de adubação é necessário a realização de experimento que comprovem a possibilidade da produção com os teores já existentes no solo.

Em relação ao potássio, como já foi discutido neste trabalho, o Paraná e o Rio Grande do Sul apresentam solos aptos a produzir soja sem a realização de qualquer aplicação de fertilizante. Os estados da Bahia e Maranhão não apresentam teores suficientes para suprir as necessidades mínimas da cultura, portanto para a safra 2011/12 será necessária a realização de uma adubação de correção para elevar o teor do nutriente até o teor crítico. Em relação aos estados do Mato Grosso e Goiás os teores possibilitam a produção sem adubação prévia, mas deve-se realizar a

adubação de manutenção baseada na quantidade extraída pelos grãos ou pela massa verde mais as perdas do sistema.

É importante ressaltar que esses resultados são gerais para cada estado, e para que o produtor reduza a quantidade de fertilizante a ser utilizada, ele deve realizar análise do solo de sua propriedade a cada dois anos. Isso evita que o teor de fósforo fique abaixo do nível crítico para a cultura. O intuito do trabalho foi verificar a possibilidade de redução da dependência do uso de fertilizantes na cultura da soja, e não realizar recomendação de adubação.

7.4 Discussão Final

O estado da Bahia apresenta teor de potássio muito baixo, sendo imprescindível a realização de adubação de correção para elevar o teor do nutriente até o nível crítico. Já o teor de fósforo encontra-se em nível médio, sendo necessária apenas a realização de adubação de manutenção para manter o teor acima do nível crítico. A cobertura do solo se encontra em níveis médios. Para se elevá-lo, o produtor pode realizar a rotação de cultura ou a utilização de plantas que produzam um bom volume de matéria morta, como é o caso da Braquiária, que já vem sendo utilizada em alguns estados.

O estado do Maranhão apresenta os piores teores de ambos os nutrientes e também de porcentagem de cobertura do solo. Neste caso, deve-se realizar a adubação de correção, tanto para fósforo quanto para Pótássio. Como o cultivo da soja no estado ainda é recente, o acúmulo de palhada no solo ainda é muito pequeno. Como no caso do estado da Bahia, o produtor deve optar pela rotação de cultura e a manutenção do plantio direto, utilizando plantas que produzam boa cobertura morta, como a Braquiária.

O estado do Paraná apresenta altos teores dos nutrientes em questão, como pode ser verificado na tabela 18. Mesmo assim, os produtores mantêm uma adubação de manutenção visando um aumento de produtividade, que tem sido verificado já que ele é destacado como o estado com maior produtividade em 2011 (IBGE, 2011). Isto é contraditório se pensarmos na questão da curva de absorção dos nutrientes, na qual se mostra que acima de um limite a cultura não responde economicamente a adição de fertilizantes. Neste caso, a tomada de decisão do

produtor deve ser embasada na análise dos custos de produção, sendo que o aumento de produtividade deve compensar a maior quantidade de adubo utilizada. Em relação a porcentagem de cobertura do solo, o estado possui alta tecnologia de cultivo, e na maioria dos casos realiza a rotação de cultura associada ao plantio direto, utilizando o plantio de culturas de inverno, que produz grande quantidade de matéria morta.

O estado do Rio grande do Sul segue os mesmos resultados do estado do Paraná, diferindo apenas em relação ao teor de potássio, que se encontra em nível médio.

O estado de Goiás apresenta teor baixo de potássio e alto de fósforo. Portanto deve-se realizar a adubação de correção com fertilizantes potássicos e a adubação de manutenção para o fósforo. A cobertura do solo encontra-se em níveis baixos, sendo necessária sua elevação. Para tanto o produtor pode optar por realizar a rotação de cultura, entre a soja e uma cultura que seja economicamente viável, e que produza um bom volume de matéria orgânica (palhada). Como já citado neste trabalho o uso de capim braquiária produz grande quantidade de palhada e pode ser uma alternativa

O estado do Mato Grosso apresenta teor baixo de potássio e médio de fósforo, evidenciando a necessidade de adubação potássica de correção e de manutenção para o fósforo. A porcentagem de cobertura do solo também se encontra em nível baixo. Isso pode ser explicado pelo sistema de cultivo do estado, que intercala safra e safrinha com soja e milho, culturas que naturalmente não produzem bons teores de matéria morta. Alguns produtores do estado já estão realizando o consórcio da soja e do milho e com gramíneas de verão, como é o caso da braquiária, e estão tendo bons resultados.

8 CONCLUSÃO

A partir dos resultados das análises foi possível concluir que a aplicação por anos seguidos de fertilizantes contendo fósforo e potássio nas lavouras de soja gerou um acúmulo desses nutrientes nos solos, formando uma “poupança” dos mesmos no solo. Isso ficou mais pronunciado nas regiões onde o plantio direto é adotado a mais tempo, como na região Sul, onde também foi observado as melhores porcentagens de cobertura do solo. Já na regiões de agricultura mais recente, especialmente em solos de cerrado, o teor dos nutrientes e a cobertura do solo encontram-se em níveis mais baixos.

Os estados do Paraná e Rio Grande do sul apresentaram os melhores resultados, tanto em relação aos teores de nutrientes como a porcentagem de cobertura do solo. Isso pode ser explicado pelo clima da região sul, que favorece o plantio de cereais de inverno para formação da cobertura do solo, também pela presença de solos autotróficos no Paraná, os chamados solos roxos. Os estados da Bahia e Maranhão apresentaram os menores teores dos nutrientes no solo. Goiás apresentou teor baixo de potássio e médio de fósforo, também sendo baixa a porcentagem de cobertura do solo. O Mato Grosso apresenta teor baixo de Pótassio e médio de fósforo e sua porcentagem de cobertura de solo também é baixa.

Na região centro-oeste e norte as baixas médias dos teores de potássio podem ser explicadas pelos tipos de solo, pelos índices pluviométricos da região, e também pelas elevadas temperaturas, principalmente no verão. Isso porque o potássio participa da respiração celular, e com o aumento da temperatura as plantas respiram mais, absorvendo maior quantidade do nutriente presente no solo. Outro fator que sofre grande influencia da temperatura é a cobertura do solo, devido a velocidade da decomposição da matéria orgânica, e também por não ser possível realizar o plantio de cereais de inverno, que produzem alta quantidade de matéria morta.

Considerando uma possível crise, ou o aumento dos preços dos fertilizantes, os estados do Paraná e Rio Grande do Sul apresentam condições para a produção da soja sem a aplicação de fertilizantes, por apresentarem solos com altos teores dos nutrientes, acumulados ao longo dos anos a partir das adubações realizadas. Os estados da Bahia e Maranhão não apresentariam condições para o cultivo da

soja com a redução da adubação, e Mato Grosso e Goiás apresentam condições para produzir com bons rendimentos sem adoção da adubação fosfatada.

Por fim, a realização do estágio na empresa Agroconsult Consultoria e Projetos LTDA me possibilitaram adquirir conhecimento sobre o mercado da soja, seu cultivo e a correta utilização de fertilizantes, e também o conhecimento sobre análise de solo e as devidas interpretações e recomendações. Além disso, as atividades diárias realizadas na empresa geraram conhecimento sobre o agronegócio brasileiro.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCONSULT. Disponível em <HTTP://www.agroconsult.com.br>. Acesso em: 23 mar 2011.

ALVES,B. J. R.;ZOTARELLI, L.;FERNANDES,F.M.;HECKLER J. C.;MACEDO, R.A.T.;BODDEY,R.M.;JANTALIA,C.P.; **Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.3, p.449-456, mar. 2006

ANDA. **Principais indicadores de 2011.** Disponível em: <http://www.anda.org.br/Principais-Indicadores-2011-Detalhados.pdf>. Acesso em: 18 mai 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia Produtiva da Soja.** Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007

BERTRAND, J. P.; LAURENT, C.; LECRERCD, V. **O mundo da soja.** (L. L. Oliveira, Trans.) São Paulo: HUCITEC: Editora da Universidade de São Paulo. 1987.

BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; SILVA, D. N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17,n.12, p.223-226, 1993.

BROCH,D.L.;RANNO,S.K.; **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja.** Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2008/2009. Fundação MS
BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J. & SILVA, D.N. **Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico.** R. Bras. Ci. Solo, 17:223-226, 1994.

CARNEIRO,J.O. A crise financeira e o agronegócio. Revista do Unipê, ano XIII, nº2, 2009 p. 143

COSTA, J. A. **Cultura da soja.** Porto Alegre: I. Mânica. 1996.

COMISSAO DE QUIMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSR/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 394p

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. **O complexo agroindustrial da soja brasileira.** Londrina, PR, Brasil: Embrapa Soja. n.43, setembro de 2007. Circular Técnica

DERAL. **Conjuntura Agropecuária**. Disponível em <http://www.seab.pr.gov.br/>
Acesso em: 18 mar 2011

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2008)**. Disponível em http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=16 Acesso em 29 mar 2011.

EMBRAPA SOJA; **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007**. Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2006/reuniao_tecnica/indicadores_soja2006.pdf. Acesso em: 18 jun 2011.

FARIAS, J.R.B. et al. Ecofisiologia. In: Embrapa. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

FEDERIZZI, L. C. (sd). **A soja como fator de competitividade no mercosul: histórico, produção e perspectivas futuras**. Porto Alegre, RS, Brasil: Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios – CEPAN/UFRGS

FONTOURA, S.M.V.; VIEIRA, R.C.B.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; MORAES, R.P. **Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em latossolo sob plantio direto** R. Bras. Ci. Solo, 34:1907-1914, 2010

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. **Fixação biológica do nitrogênio na soja**. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). *Microorganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.9-89.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. IBGE/CEPAGRO. Publicação Indicadores IBG (em formato zip). Abril de 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>

IEA; Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/Precos_Medios.aspx?cod_sis=5. Acesso em 28 abril de 2011.

KESSEL, C. van; HARTLEY, C. **Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation?** Field Crops Research, v.65, p.165-181, 2000.

KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. **Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada no sistema de plantio direto e preparo convencional**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. Anais. Passo Fundo : EMBRAPA, CNPT, 1997. p.243-246.

LANTMANN, A.F. SFREDO, G.J. OLIVEIRA, M.C.N. de. **Produtividade na sucessão de culturas em função de adubações fosfatada e potássica.** In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIAO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPOSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIAO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998.

LOPES, A.S.; SILVA, M. de C. & GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem.** ANDA, São Paulo. 1991. 22p. Boletim Técnico No 1.

MALLARINO, A.P. **Manejo de fósforo e potássio y starters para maíz y soya en siembra directa.** In: CONGRESSO NACIONAL DE AAPRESID, 5., Mar del Plata, 1997. Conferências. s. l. : s. ed., 1997. p.11-19.,

MENDONÇA, J.L., CARRÃO-PANIZZI, M.C, SILVA, J.B.C. **Avaliação de genótipos de soja para consumo de grãos verdes em Brasília-DF.** Horticultura Brasileira, v. 20, n. 2, 2002. Suplemento2.

MUNDSTOCK, C. M. **A cultura da soja como fator de transformação e viabilização das propriedades agrícolas produtoras de grãos do rs: uso de tecnologia e os efeitos na inclusão social e conservação ambiental.** (sd, Ed.) Porto Alegre, RS, Brasil.

MUZILLI, O. **O plantio direto no Brasil.** In FANCELLI, A.L; TORRADO, P.V. Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. Cap.1, p.3-16.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. & NUNES, F.N. **fósforo.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-550.

PASSOS, S.M.G., CANECHIO FILHO, V., SOUSA, A.J. **Principais culturas.** Campinas: Campineiro, v. 2, 2 ed., 1973. 409 p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e Interpretações** 2. Ed. Castro, PR, 2004.

PÖTTKER, D. **Métodos de aplicação de fósforo em plantio direto.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. Anais. Passo Fundo : EMBRAPA, CNPT, 1997. p.247-248.

RAIJ, B.van. **fósforo no solo e interação com outros elementos.**In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S., eds. fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba, Potafos, 2004. p.106-114.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996, 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAMOS, S.J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C.R.; SILVA, C.A & BOLDRIN, P.F. **Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources**. R. Bras. Ci. Solo, 33:335-343, 2009.

REIS, G. N. et al. **Avaliação do desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob diferentes sistemas de preparo**. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v.31, n.1, p.228-235, jan./fev., 2007

ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C.S.; SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, v.53, p.259-266, 1994.

ROSOLEM, C. A.; TAVARES, C. A. **Sintomas de deficiência tardia de fósforo em soja**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 02, p. 385-389, 2006.

SANTOS, O.S. dos. (Coord.) **A cultura da soja**: Rio Grande do Sul, Santa Catarina,Paraná. 2. ed. São Paulo: Globo, 1995. (Coleção do agricultor. Grãos; Publicações Globo Rural).

SCHERER, E.E. **Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo húmico de Santa Catarina**. R. Bras. Ci. Solo, 22:57-62, 1998.

SCHLINDWEIN, J.A. **Calibração de métodos de determinação e estimativa de doses de fósforo e potássio em solos sob sistema plantio direto**. Porto Alegre, UFRS, 2003. 169 p. (Tese de doutorado)

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E; REIN, T.A. **Adubação com fósforo**. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p.81-96.

SCHULTZ, L. A. **Manual de plantio direto**: Técnicas e perspectivas. Porto Alegre: Agropecuária, 1978. 84p.

SECEX. **Dados de exportação e importação nacional**. Disponível em: http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/consulta_nova/consulta.asp?tip_consulta=ExportNCM&titulo_p=Exporta%E7%E3o%20Brasileira&titulo_s=1996%20a%202011. Acessado em 20 abr 2011

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, A.A.; BORKET, C.M. **Nutrição mineral da soja**. In: Arantes, N.E. e Souza, P.I. de M. (ed.). **Cultura da soja nos Cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1992. p.105-135.

USDA. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdDownload.aspx>
Acessado em: 13 mai 2011

ZANCANARO, L. **Tecnologia ? É insumo ? É máquina ou conhecimento ?**. *FUNDAÇÃO MT*. Boletim de Pesquisa de Soja, Rondonópolis : Central de Texto Carrion Carracedo Editores Associados, n.13, p. 167-170, 2009. (Fundação MS, 2008)

ZOTARELLI, L. **Balanço de nitrogênio na rotação de culturas em sistemas de plantio direto e convencional na região de Londrina-PR**. 2000. 128p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica

WENDLING, A. ;ELTZ, F.L.F.; CUBILLA, M.M.;AMADO, T.J.C.; MIELNICSUZUK, J. **Recomendação de adubação potássica para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai**. R. Bras. Ci. Solo, 32:1929,2008